

TECNISOL

Etude géotechnique de conception (G2)

Phases AVP+PRO

Installation panneaux photovoltaïques au sol

Site Station d'épuration Eaunes

Chemin de Cantoperdric

Eaunes (31)



Etude géotechnique de conception (G2)

Phases AVP+PRO

Installation panneaux photovoltaïques au sol

Site Station d'épuration Eaunes

Chemin de Cantoperdric

Eaunes (31)

N° Rapport : 25734IP31

Indice	Date	Rédigé par	Visa	Contrôlé par	Visa	Observations
A	27/11/25	Bultel. C.		Pochat. M.		35 pages 5 annexes

SOMMAIRE

I.	Présentation de l'étude.....	5
1)	Généralités	5
2)	Le projet	5
II.	Mission de TECNISOL	7
III.	Description du site	8
1)	Contexte général	8
2)	Contexte géologique	10
3)	Contexte hydrogéologique.....	11
4)	Risques naturels	11
	Remontées de nappes.....	12
	Phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux	12
	Base de données des cavités souterraines.....	13
	Sismicité.....	13
IV.	Programme d'investigation	13
V.	Investigations géotechniques.....	14
1)	Sondages lithologiques.....	14
2)	Hydrogéologie du site	16
3)	Pénétromètre dynamique.....	17
4)	Analyses en laboratoire.....	18
1.	Analyses GTR.....	18
VI.	Synthèse géotechnique du site	20
VII.	Dimensionnement de fondation	21
1)	Principes et hypothèses de calculs.....	21
2)	Niveau d'assise	22

3) Estimations des capacités portantes et tassements des massifs.....	23
4) Estimations des capacités portantes et tassements des pieux battus.....	24
VIII. Terrassement.....	26
Conclusion.....	28
Annexe 1 : Missions géotechniques selon la norme AFNOR	31
Annexe 2 : Plan des investigations	32
Annexe 3 : Sondages lithologiques	33
Annexe 4 : Essais pénétrométriques	34
Annexe 5 : Analyses Laboratoires.....	35

I. Présentation de l'étude

1) Généralités

Nom de l'opération : Installation de panneaux photovoltaïques au sol

Commune : Eaunes (31)

Lieu : Chemin de Cantoperdric – Station d'épuration d'Eaunes

Demandeur de la mission : SIVOM

2) Le projet

L'installation de panneaux photovoltaïques au sol sur le site Station d'épuration d'Eaunes au niveau du chemin de Cantoperdric sur la commune d'Eaunes (31) implique une étude de sol en amont du projet.



Localisation de la zone d'étude (Réf. : 19 - Rapport de synthèse Sol – EAUNES)

L'objectif de la mission est de dimensionner les fondations à mettre en place en vue de l'installation de panneaux photovoltaïques au sol. Le nombre de module serait de 380. La dimension d'un module serait d'environ 2.4x1.3m et une charge d'environ 40Kg. La structure reprenant ces panneaux n'est pas connue en dimensions ou en charge. Il sera nécessaire de transmettre les informations avant la phase PRO.



Extrait plan projet

II. Mission de TECNISOL

Il s'agit d'une mission géotechnique de type G2 AVP+PRO selon la norme NFP 94-500 de novembre 2013, sur les missions d'ingénierie géotechnique.

La mission G2 AVP+PRO consiste à fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

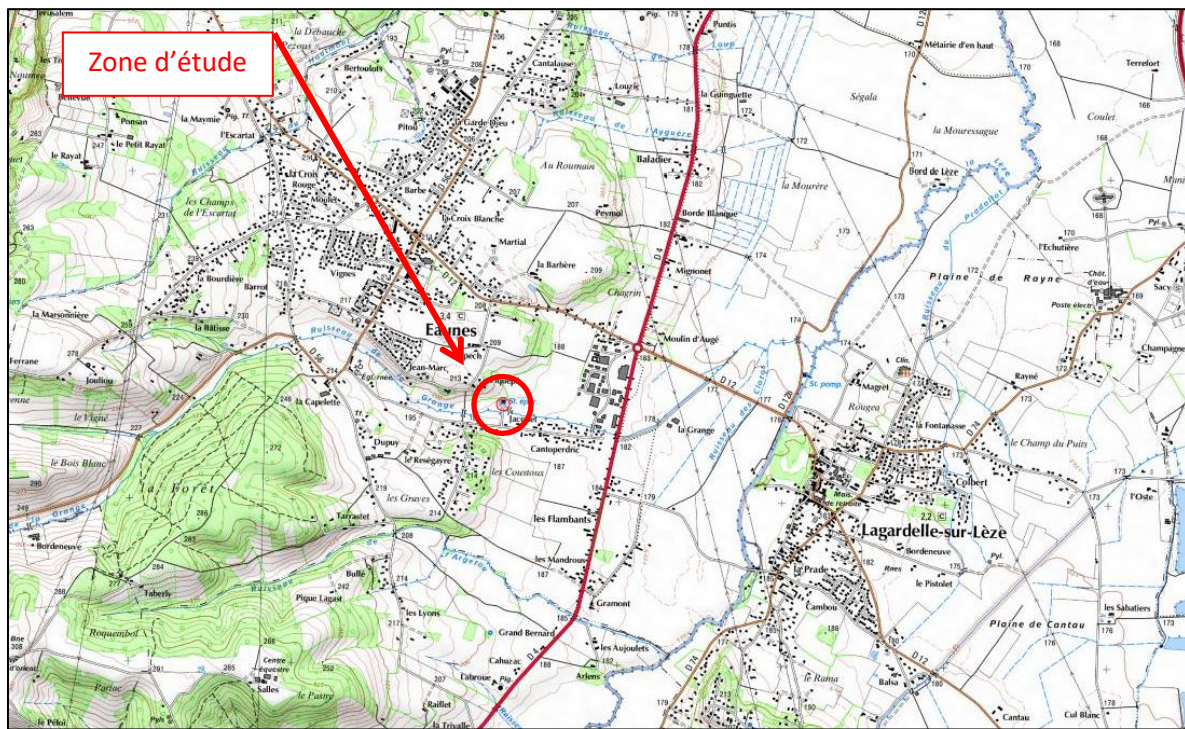
Les investigations géotechniques comprennent 6 essais pénétrométriques réalisés jusqu'à 5.00m de profondeur ou refus afin d'appréhender les compacités des formations rencontrées. 2 sondages à la pelle mécanique sont réalisés jusqu'à 2.00m de profondeur ou refus dans le but d'appréhender la lithologie du site et le prélèvement d'échantillons pour analyse en laboratoire.

Les résultats des investigations sont présents en annexe de ce rapport.

III. Description du site

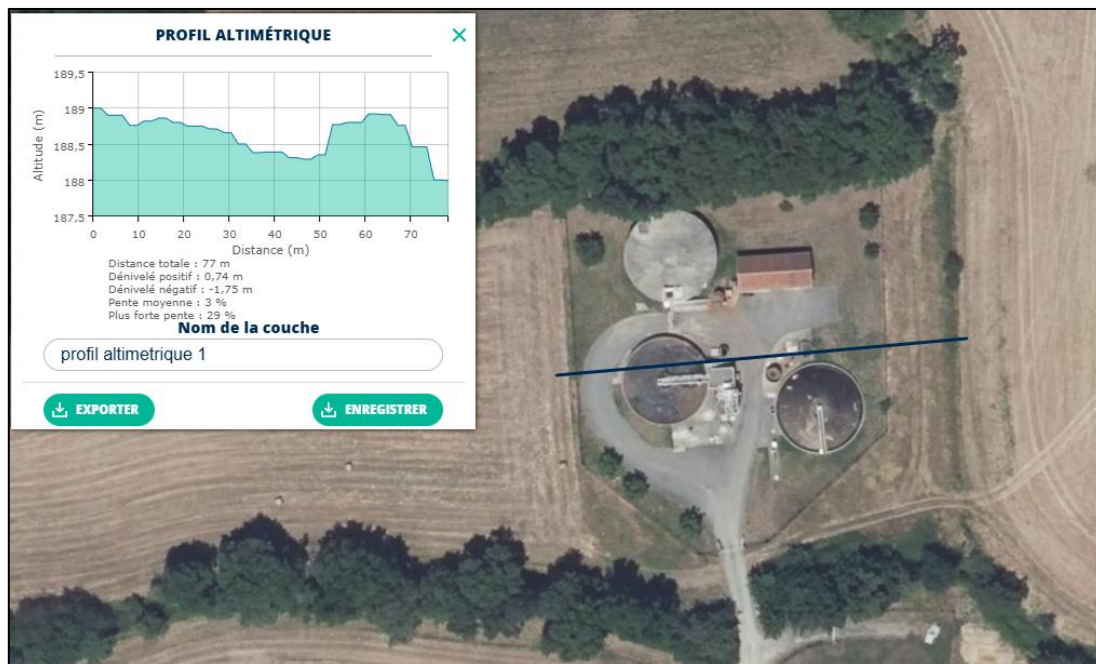
1) Contexte général

Le site d'étude se situe au niveau du chemin de Cantoperdric sur la commune d'Eaunes (31).



Localisation de la zone d'étude sur la carte IGN de la commune (www.geoportail.gouv.fr)

Le site d'étude est nivelé vers 189m NGF selon la carte IGN de la commune, avec une surface plus ou moins plane sur l'ensemble du site.



Profil Altimétrique de la zone d'étude (Geoportail)

Le site, au moment de nos investigations, correspond à une parcelle privée (Section AI, 0299), en activité avec présence d'un bâtiment et d'une cuve hors-sol. **A noter, la photographie aérienne citée ci-dessus n'est pas d'actualité, les deux cuves enterrées ont été retirées, au moins en surface d'après les éléments fournis par le SIVOM. Il n'est pas exclu la présence de vestiges à partir de 1.0 m de profondeur.**

Une opération similaire a été entreprise sur la parcelle Sud où une STEP était référencée dans les années 2000. Nous n'avons pas d'information concernant les opérations qui ont été réalisées et il est possible également de retrouver des anciennes fondations sur ce site.

Aujourd'hui



2000/2005

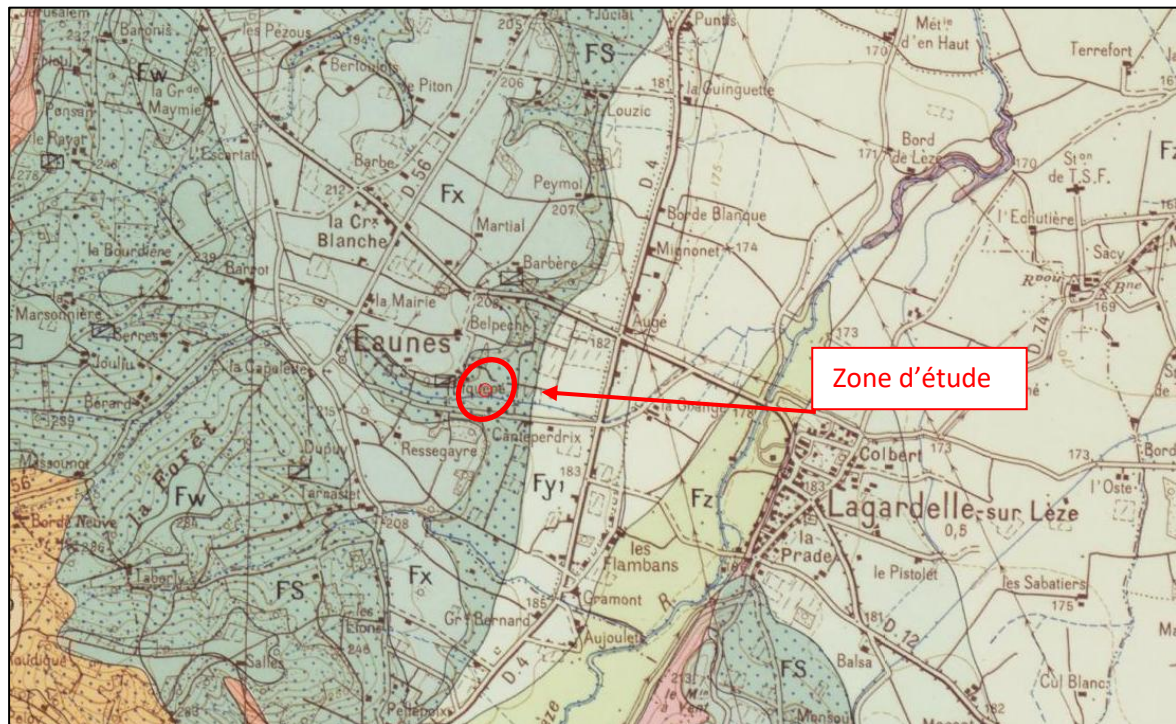


On peut noter la présence du ruisseau de La Grange au Sud de la zone d'étude. Il se situe au sein d'un milieu rural et est entouré par des parcelles agricoles.

2) Contexte géologique

La carte géologique (éditions du BRGM) au 1/ 50 000^{ème} montre que le projet se situe au niveau des formations suivantes, sous les formations de surface et d'altération non mentionnées par le document :

- La formation des éboulis et solifluxions des alluvions quaternaires, notée FS sur la carte, caractérisée par une formation d'argile +/- sableuse à graviers et galets.
- La formation du Stampien, notée g2 sur la carte, caractérisée par une formation molassique.



Extrait de la carte géologique (source documentaire : BRGM)

3) Contexte hydrogéologique

Dans ce contexte, plusieurs nappes sont possibles :

- Il peut exister une nappe parasite ou des circulations erratiques et intermittentes dans les formations superficielles à la faveur des variations de perméabilité et lors d'une séquence pluvieuse significative, par infiltration du ruissellement superficiel,
- Il peut exister une nappe dans les alluvions ou piégée sur une lentille argileuse.
- Il peut exister une nappe en relations avec les cours d'eau des environs.

4) Risques naturels

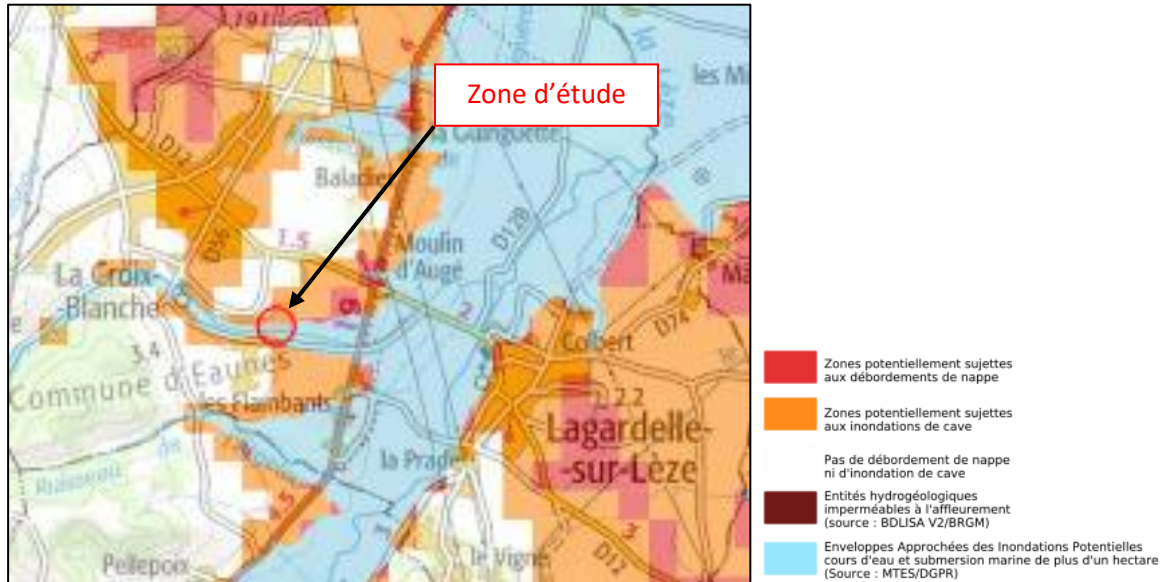
Selon le portail de prévention des risques majeurs du ministère de l'Écologie, du développement durable, des transports et des logements (source : <http://www.georisques.gouv.fr/>), les risques naturels pris sur la commune et à l'adresse du projet sont les suivants :

Risques naturels identifiés : 7

 INONDATION à mon adresse : INCONNU sur ma commune : EXISTANT Accéder aux informations détaillées →	 REMONTEE DE NAPPE à mon adresse : EXISTANT sur ma commune : EXISTANT Accéder aux informations détaillées →
 SÉISME à mon adresse : FAIBLE sur ma commune : FAIBLE Accéder aux informations détaillées →	 MOUVEMENTS DE TERRAIN à mon adresse : EXISTANT sur ma commune : EXISTANT Accéder aux informations détaillées →
 RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES à mon adresse : IMPORTANT sur ma commune : IMPORTANT Accéder aux informations détaillées →	 FEU DE FORÊT à mon adresse : INCONNU sur ma commune : EXISTANT Accéder aux informations détaillées →
 RADON à mon adresse : FAIBLE sur ma commune : FAIBLE Accéder aux informations détaillées →	

Remontées de nappes

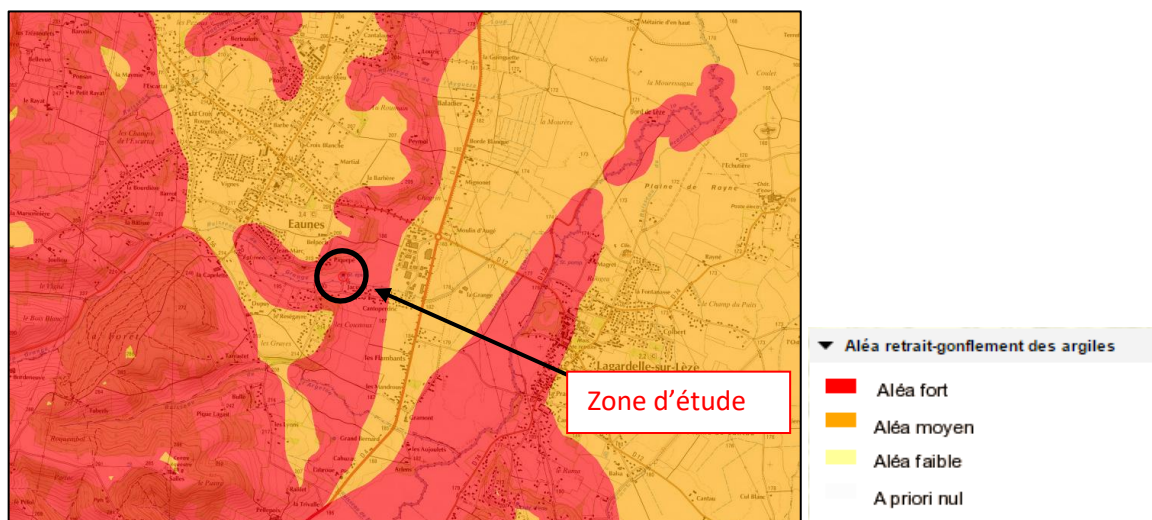
D'après les données hydrauliques (carte d'aléas, BRGM), la zone d'étude est située en zone de d'inondations potentielles par cours d'eau.



Carte d'aléa des remontées de nappes (source : www.infoterre.brgm.fr)

Phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux

La cartographie de l'aléa des sols argileux aux phénomènes de retrait gonflement dont un extrait est présenté ci-après classe le site en zone d'aléa fort.



Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles (source : www.infoterre.brgm.fr)

Base de données des cavités souterraines

Aucune cavité souterraine n'a été recensée par le BRGM au droit de la zone d'étude.

Sismicité

La position géographique de la zone d'étude est en secteur d'exposition sismique très faible (Zone de sismicité 1).

IV. Programme d'investigation

Afin de relever les caractéristiques géologiques et mécaniques du sous-sol au droit du projet, nous avons mis en œuvre les investigations suivantes :

Type de sondage	Quantité	Dénomination	Prof/TN
Essais pénétrométriques	6	P01 à P06	5.0m ou refus
Sondage à la pelle mécanique	2	PM01 à PM02	2.0m

Les investigations de reconnaissance ont été réalisées le 12/11/2025.

Le plan d'implantation des sondages géotechniques, les coupes et les diagrammes des sondages sont présents en annexe de ce rapport.

V. Investigations géotechniques

1) Sondages lithologiques

Il convient de rappeler que les profondeurs données ci-dessous correspondent à celles au droit des sondages. Des variations horizontales et verticales sont toujours possibles compte tenu de la surface d'investigation.

- En tête des sondages, **une couche de terre végétale (couche 0.1)**, reconnue sur les sondages suivants :

Sondage	PM01	PM02
Epaisseur (m)	0.20	0.30

- Localement, **une couche de remblai de type graves et sables dans une matrice argileuse présentant des matériaux de démolition (débris béton) (couche 0.2)**, reconnue sur les sondages suivants :

Sondage	PM01	PM02
Epaisseur (m)	>1.80	-

- Puis, **une couche de limon sableux marron clair +/- compacte (couche 1.1)**, reconnue sur les sondages suivants :

Sondage	PM01	PM02
Epaisseur (m)	-	1.00
Toit de la couche (m/TN)	-	0.30
Base de la couche (m/TN)	-	1.30

- Puis, **une couche d'argile sableuse +/- compacte (couche 1.2)**, reconnue sur les sondages suivants :

Sondage	PM01	PM02
Epaisseur (m)	-	>0.70
Toit de la couche (m/TN)	-	1.30
Base de la couche (m/TN)	-	2.00

Remarque : La formation 0.2 présente des éléments grossiers d'une taille pluridécimétrique, avec $D_{max} > 120\text{mm}$. La présence d'éléments grossiers n'est pas à écarter dans les formations 1.1 et 1.2.



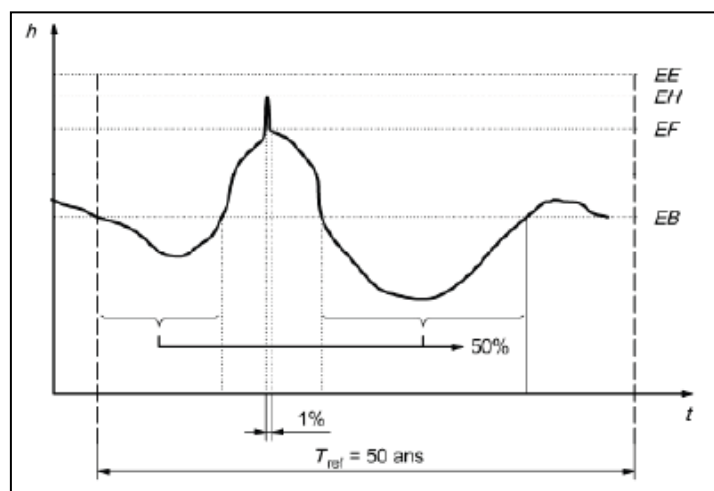
Photos PM01



Photos PM02

2) Hydrogéologie du site

Aucune venue d'eau n'a été constatée lors de nos sondages en date du 12/11/2025. Seul un suivi de l'évolution de la nappe sur une durée de 12mois minimum ou une étude hydrogéologique permettrait de fixer les niveaux d'eau EH, EF, EB selon l'Eurocode 0.



Extrait de l'Eurocode 0 : Niveaux de référence

Il est toutefois possible de prendre en compte un niveau de nappe vers 187m NGF, soit environ 2-2.50m/TN, par rapport à la base de données du BRGM dans le périmètre de la zone d'étude.

3) Pénétromètre dynamique

Les essais au pénétromètre dynamique permettent de vérifier l'homogénéité du terrain et d'estimer les caractéristiques mécaniques des formations rencontrées. Les résultats des essais sont les suivants :

Sondage	Résistance de pointe moyenne (MPa)	Type arrêt	Résistance de pointe
P01	4MPa jusque 4.40m avec pointe à 11.3MPa, puis refus à 4.60m avec pointe à 25MPa	Refus à 4.60m	Résistance de pointe moyenne puis élevée
P02	1MPa jusque 2.20m, puis 3MPa jusque 4.0m, puis refus à 4.50m avec pointe à 25MPa	Refus à 4.50m	Résistance de pointe faible en tête puis moyenne à élevée
P03	3MPa jusque 4.0m, puis 5 à 10MPa et refus à 4.90m avec pointe à 25MPa	Refus à 4.90m	Résistance de pointe moyenne puis élevée
P04	1MPa jusque 4.0m, puis 9MPa jusque 5.0m	Volontaire	Résistance de pointe faible puis élevée
P05	2MPa jusque 2.60m, puis 3MPa jusque 4.20m, puis 8MPa jusque 5.0m	Volontaire	Résistance de pointe modeste à moyenne puis élevée
P06	2MPa jusque 2.40, puis 3MPa jusque 3.40m, puis 8MPa jusque 5.0m	Volontaire	Résistance de pointe modeste à moyenne puis élevée

Les essais pénétrométriques montrent que les compacités des couches 1.1 et 1.2 sont globalement modestes à moyennes en tête, avec $1 < q_d < 3$ MPa, puis élevées, avec $5 < q_d < 10$ MPa.

Remarque : (1) Les refus constatés sur les sondages peuvent représenter la présence du substratum molassique.

(2) Les pics présents sur les pénétrogrammes peuvent indiquer des éléments grossiers de type galets ou blocs, non reconnus lors des sondages à la pelle mécanique en dehors des remblais. Les compacités observées sur ces horizons sont très hétérogènes et peu représentatives compte tenu de leur nature.

Comme cité précédemment dans la partie contexte général, plusieurs ouvrages ont été en partie retirés du site. Les sondages pénétrométriques et à la pelle mécanique montrent des zones de remblais avec de faibles caractéristiques mécaniques sur plusieurs mètres.



4) Analyses en laboratoire

Il est réalisé, sur les échantillons, les analyses suivantes :

Type d'essai	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	1	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	1	NF P94-056
Valeur au bleu du sol (VBS)	1	NF P94-068
Détermination des limites d'Atterberg	1	NF P94-51

1. Analyses GTR

Suite à ces investigations, un travail en laboratoire a été mené afin de classer les matériaux selon les prescriptions du Guide Technique de Réalisation des remblais et des couches de forme (SETRA/LCPC, 3^{ème} édition) édité d'après la norme NF P 11-300.

Le tableau suivant récapitule les résultats :

Ech.	Nature des sols	Prof. éch.	W (%)*	VBS**	Tamiséat < 63 µm	Classe G.T.R.
PM01	Argile sablo-graveleuse + galets et débris béton	1.50m	10.3	1.42	42.9	A1/F1

*W = teneur en eau pondérale exprimée en %

**VBS = Valeur au bleu

Les échantillons prélevés au niveau de la couche de remblai sont très hétérogènes et peut présenter une granulométrie diverse. Ils appartiennent à la classe des sols fins (**sous classe A1/F1**) d'après le Guide Technique de Réalisation des remblais et des couches de forme. Cependant, ils pourraient également appartenir à la classe des sols sableux ou graveleux avec fines (**sous classe B5/I1**) ou des sols comportant des éléments fins et de gros éléments type **C1B5** (Galets pluridécimétriques).

Remarque : On rappelle que les prélèvements sont réalisés de manière ponctuelle et que des différences (granulométrie, VBS...) peuvent exister entre chacun d'entre eux.

Les essais des limites d'Atterberg ne montrent pas de sensibilité au retrait gonflement.

VI. Synthèse géotechnique du site

Les investigations ont permis de mettre en évidence les points suivants :

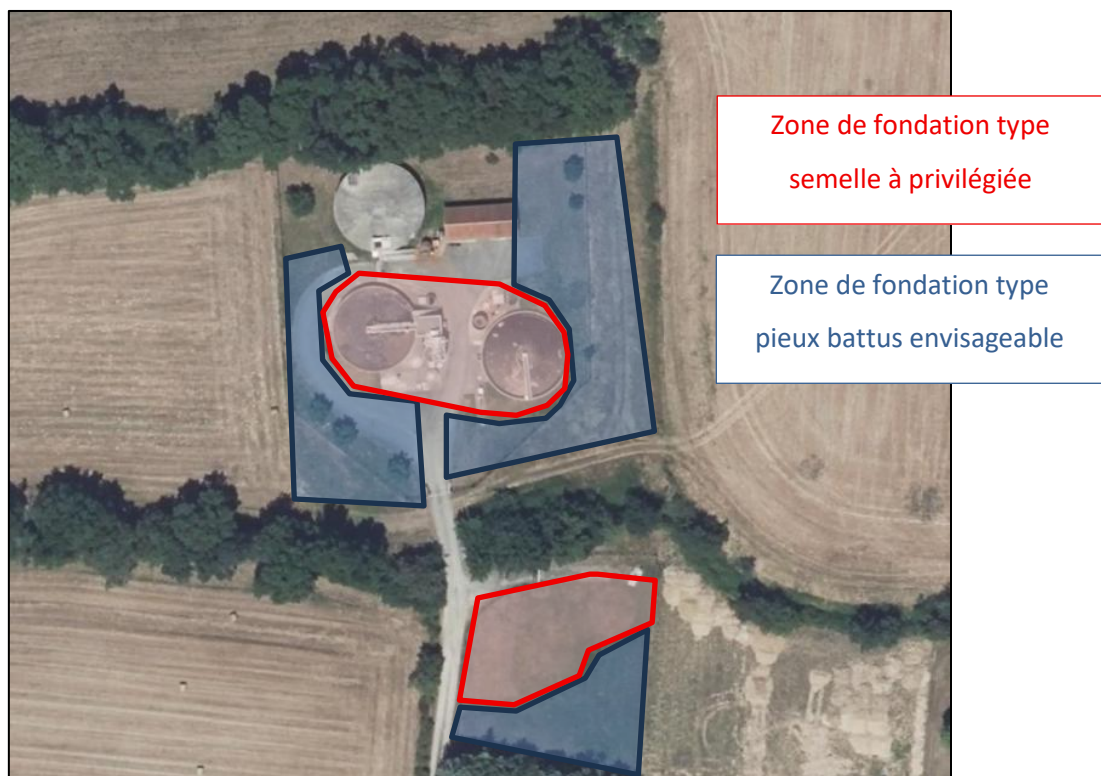
- En tête, une couche de terre végétale d'environ 20 à 30cm d'épaisseur, puis localement une couche de remblai de type graves et sable dans une matrice argileuse et avec galets et débris de matériaux de démolition reconnue jusque 2.0m de profondeur. En dehors des zones de remblais, il est identifié une couche d'alluvions +/- fines de type limon sableux à argile sableuse compacte, reconnue jusqu'à 2.0m de profondeur (Fin des sondages lithologique).
- Aucune venue d'eau n'a été constatée lors des sondages en date de Novembre 2025.
- Les essais pénétrométriques montrent que les compacités des couches 1.1 et 1.2 sont globalement modestes à moyennes en tête, avec $1 < q_d < 3 \text{ MPa}$, puis élevées, avec $5 < q_d < 10 \text{ MPa}$. Les refus constatés sur les sondages peuvent représenter la présence du substratum molassique. Les pics présents sur les pénétrogrammes peuvent indiquer des éléments grossiers de type galets ou blocs, non reconnus lors des sondages à la pelle mécanique en dehors des remblais. Les compacités observées sur ces horizons sont très hétérogènes et peu représentatives compte tenu de leur nature.
- Les échantillons prélevés au niveau de la couche de remblai sont très hétérogènes et peut présenter une granulométrie diverse. Ils appartiennent à la classe des sols fins (sous classe A1/F1) d'après le Guide Technique de Réalisation des remblais et des couches de forme. Cependant, ils pourraient également appartenir à la classe des sols sableux ou graveleux avec fines (sous classe B5/I1) ou des sols comportant des éléments fins et de gros éléments type C1B5 (Galets pluridécimétriques).
- Les essais des limites d'Atterberg ne montrent pas de sensibilité au retrait gonflement.

VII. Dimensionnement de fondation

1) Principes et hypothèses de calculs

Au vu des résultats des investigations géotechniques, nous vous proposons une solution de fondation superficielle de type massif pour l'ensemble du site en particulier pour les zones en remblais correspondant aux anciennes installations.

Une variante en fondation profonde de type pieux battus acier peut être envisagé sur les zones en dehors des anciennes installations. En effet, il n'a pas été identifié dans les sondages de gros éléments pouvant amener à un refus prématuré du pieu battu et par conséquent ne pas atteindre un ancrage suffisant pour assurer la stabilité de la structure.



On prendra le modèle géotechnique suivant (Cas défavorable où la fondation s'implanterait dans une zone de remblais liée à l'ancienne exploitation de la STEP) :

Nature du sol	Base de la couche (m)	Qd (MPa)	PI (MPa)	Em (MPa)	α	Es (MPa)
Alluvions +/- fines	4.50	1	0.2*	2*	0.33	6
Substratum molassique (A confirmer)	>5.00	25	3*	30*	0.67	45

* : Valeurs corrélées en fonction des essais pénétrométriques

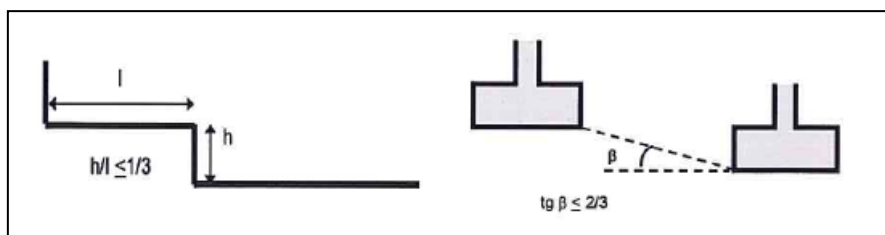
Les descentes de charge du projet ne sont pas connues. On prendra en compte le cas de massif isolé où le poids propre de la fondation représente la majeure partie de la charge.

Le dimensionnement des fondations vis-à-vis des efforts transversaux (efforts horizontaux et/ou moments) sera réalisé au stade G2PRO. Ces efforts sont à prendre en compte au vu de la nature du projet et de l'exposition au vent. La valeur de ces efforts pourra conduire à reprendre les calculs des fondations en terme d'ancrage et/ou de dimensions.

2) Niveau d'assise

On veillera à respecter les critères suivants :

- Pour les massifs, un niveau d'assise calé au sein des alluvions +/- fines ou au sein des remblais après purge, à au moins 1.20m/TN et à $q_d > 3\text{MPa}$,
- Pour les pieux battus en acier, un niveau d'assise au sein des alluvions +/- fines, à au moins m/TN et à $q_d > \text{MPa}$,
- Respect d'un ancrage de 0.20m minimum dans la couche d'ancrage,
- Assises respectant entre elles et par rapport aux autres ouvrages proches, la règle DTU des fondations à niveaux décalés :



3) Estimations des capacités portantes et tassements des massifs

La capacité portante et les tassements d'une fondation sont calculés à partir des résultats des sondages pressiométriques réalisés au droit du projet. Ces calculs sont réalisés avec la méthode pressiométrique conformément aux prescriptions de la norme NFP 94-261 et selon l'Eurocode 7, approche 2 avec combinaisons d'ensembles de facteurs partiels A1+M1+R2.

$$R_{v,d} = R_{v,k} / \gamma_{R,v}$$

$$R_{v,k} = A' q_{net} / \gamma_{R,d,v} \quad \text{Et,}$$

$$R_{v,k} = A' \times k_p \times Pl_e^* \times i_\delta \times i_\beta / \gamma_{R,d,v}$$

Avec : **R_{v,d}** : valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous fondation

R_{v,k} : valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous fondation

q_{net} : contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation

Facteur de portance pressiométrique K_p

Pression limite nette équivalente Pl_e*

Coefficient réducteur lié à l'inclinaison δ du chargement : i_δ = 1 (charge centrée)

Coefficient réducteur lié à la présence d'un talus de pente β : i_β = 1 (charge éloignée au minimum de 8B d'un talus)

Surface effective de la semelle A' (m²)

Coefficient partiel γ_{R,d,v} = 1.20

γ_{R,v} = 1.40 aux ELU durable et transitoire ; 1.20 aux ELU combinaison accidentelle ; 2.30 aux ELS caractéristique et quasi-permanent.

Après modélisation sur logiciel Foxta, les capacités portantes sont les suivantes :

Fondation	Ancrage (m/TN)	Rvd ELS (KN)	Rvd ELS/A' (KPa)	Rvd ELU (KN)	Rvd ELU/A' (KPa)	Tassement théorique*
Massif 0.60m de côté	1.20	25	69	45	125	+/-0.3cm
Massif 1.00m de côté	1.20	75	75	125	125	+/-0.2cm
Longrine 0.40x3.0m	1.20	90	75	145	120	+/-0.1cm

Rvd : Résistance nette du terrain sous fondation

* : Tassement théorique sous charge unique du poids propre de la fondation pouvant augmenter en fonction des descentes de charge du projet. De même, les valeurs de portance pourraient chuter en fonction des efforts horizontaux (à vérifier en phase G2PRO).

Les vérifications pour les tassements sont de l'ordre de l'infra centimétrique en considérant le poids propre de la fondation. Le poinçonnement et le renversement seront à valider avec les descentes de charge définitive du projet et les efforts horizontaux à considérer en phase projet (G2PRO). Ces efforts sont à prendre en compte au vu de la nature du projet et de l'exposition au vent. La valeur de ces efforts pourra conduire à reprendre les calculs des fondations en terme d'ancrage et/ou de dimensions.

Les armatures des fondations seront à définir par le bureau d'études structures.

4) Estimations des capacités portantes et tassements des pieux battus

La capacité portante et les tassements d'une fondation sont calculés à partir des résultats des sondages pressiométriques réalisés au droit du projet. Ces calculs sont réalisés avec la méthode pressiométrique conformément aux prescriptions de la norme NFP 94-262 et selon l'Eurocode 7, approche 2 avec combinaisons d'ensembles de facteurs partiels A1+M1+R2.

On prendra le modèle géotechnique suivant (Cas défavorable où la fondation s'implanterait dans une zone de remblais liée à l'ancienne exploitation de la STEP) :

Nature du sol	Base de la couche (m)	Qd (MPa)	Pl (MPa)	Em (MPa)	α	qs (KPa)
Alluvions +/- fines	4.50	1	0.2*	2*	0.33	9
Substratum molassique (A confirmer)	>5.00	25	3*	30*	0.67	90

* : Valeurs corrélées en fonction des essais pénétrométriques

Après modélisation sur logiciel Foxta, les capacités portantes sont les suivantes :

En compression					
Fondation	Ancrage (m/TN)	ELS-QP (KN)	ELS Cara (KN)	ELU Fond (KN)	ELU Acc (KN)
Pieux battus acier D400mm	2.00	25	35	40	45
Pieux battus acier D400mm	4.00	95	115	135	150

En traction					
Fondation	Ancrage (m/TN)	ELS-QP (KN)	ELS Cara (KN)	ELU Fond (KN)	ELU Acc (KN)
Pieux battus acier D400mm	2.00	3	9	12	14
Pieux battus acier D400mm	4.00	5	15	25	28

Les vérifications pour les tassements et flambement seront à valider avec les descentes de charge définitive du projet et les efforts horizontaux à considérer en phase projet (G2PRO). Ces efforts sont à prendre en compte au vu de la nature du projet et de l'exposition au vent. La valeur de ces efforts pourra conduire à reprendre les calculs des fondations en terme d'ancrage et/ou de dimensions.

Les armatures des fondations seront à définir par le bureau d'études structures.

En fonction du projet, il sera nécessaire de vérifier l'effet de groupe des pieux si l'entraxe est inférieur à 3 fois le diamètre de pieu.

Remarque : On rappelle que la mise en place de pieux battus en acier dépend de la nature du terrain. La présence d'éléments grossiers type galets et/ou blocs pourraient engendrer un refus du battage et un ancrage prématuré de la fondation, ne validant pas les portances ci-dessus. L'implantation des pieux pourra se faire avec des préforages afin de confirmer les horizons à traverser.

La vue aérienne ci-dessous identifie les zones où les solutions de fondation sont les plus adéquates. Les zones en rouge devront comprendre l'implantation de semelle béton afin de prévenir les refus de battage des pieux à cause des remblais. Les zones en bleu sont les emplacements où une solution de fondation de type pieux battus est envisageable.

VIII. Terrassement

La réalisation des travaux nécessitera l'acheminement d'engins lourds. On vérifiera que les pistes existantes pourront supporter le trafic des engins.

Les terrassements se feront à la pelle puissante en rétro en excluant toute circulation sur l'arase terrassée, celle-ci étant faite avec une forme de pente vers un exutoire de façon à évacuer par ruissellement les eaux superficielles. On prévoira l'utilisation d'un BRH (Brise Roche Hydraulique) compte tenu de la présence d'éléments pluridécimétrique identifiés lors des sondages.

Lors de la phase chantier, on veillera à être vigilant sur l'évolution de la nappe pouvant changer brutalement en fonction des périodes pluvieuses.

L'analyse des sols prélevés au niveau des sondages ont révélé des sols de type sols fins (sous classe A1/F1) d'après le Guide Technique de Réalisation des remblais et des couches de forme. Cependant, ils pourraient également appartenir à la classe des sols sableux ou graveleux avec fines (sous classe B5/I1) ou des sols comportant des éléments fins et de gros éléments type C1B5 (Galets pluridécimétriques).

D'après l'ensemble des analyses réalisées sur site, les sols ne pourront être réutilisés lors du remblayage sauf pour un objectif q4 (hors voirie et plateforme). On recommande le remblayage des tranchées par un concassé calcaire de type 0/80, propre et insensible à l'eau, pour un objectif à q3 concernant les plateformes et les voiries.

On s'abstiendra de réutiliser les remblais hétérogènes. Ils devront être purgés par un concassé calcaire de type 0/80, propre et insensible à l'eau, et compacté pour un objectif à q3 concernant les plateformes et les voiries.

La nature des terrains d'assise implique que la structure d'assise et les conditions d'exécution données ci-après sont valables uniquement dans des conditions météorologiques favorables (absence de précipitations et hors périodes pluvieuses).

Conclusion

Ce rapport présente les résultats de la mission G2 AVP+PRO. Les investigations ont permis de relever les caractéristiques suivantes :

- En tête, une couche de terre végétale d'environ 20 à 30cm d'épaisseur, puis localement une couche de remblai de type graves et sable dans une matrice argileuse et avec galets et débris de matériaux de démolition reconnue jusque 2.0m de profondeur. En dehors des zones de remblais, il est identifié une couche d'alluvions +/- fines de type limon sableux à argile sableuse compacte, reconnue jusqu'à 2.0m de profondeur (Fin des sondages lithologique).
- Aucune venue d'eau n'a été constatée lors des sondages en date de Novembre 2025.
- Les essais pénétrométriques montrent que les compacités des couches 1.1 et 1.2 sont globalement modestes à moyennes en tête, avec $1 < q_d < 3 \text{ MPa}$, puis élevées, avec $5 < q_d < 10 \text{ MPa}$. Les refus constatés sur les sondages peuvent représenter la présence du substratum molassique. Les pics présents sur les pénétrogrammes peuvent indiquer des éléments grossiers de type galets ou blocs, non reconnus lors des sondages à la pelle mécanique en dehors des remblais. Les compacités observées sur ces horizons sont très hétérogènes et peu représentatives compte tenu de leur nature.
- Les échantillons prélevés au niveau de la couche de remblai sont très hétérogènes et peut présenter une granulométrie diverse. Ils appartiennent à la classe des sols fins (sous classe A1/F1) d'après le Guide Technique de Réalisation des remblais et des couches de forme. Cependant, ils pourraient également appartenir à la classe des sols sableux ou graveleux avec fines (sous classe B5/I1) ou des sols comportant des éléments fins et de gros éléments type C1B5 (Galets pluridécimétriques).
- Les essais des limites d'Atterberg ne montrent pas de sensibilité au retrait gonflement.

D'après ces caractéristiques et en fonction des calculs et modélisations effectués, les préconisations sont les suivantes :

- Fondation superficielle de type massif et ancrée vers 1.20m de profondeur au niveau des remblais. Les descentes de charge de l'ouvrage restent à définir. Le contrôle du dimensionnement des fondations devra suivre la réception de celles-ci.
- Fondation par pieux battus acier dans les horizons ne présentant pas de remblais ou éléments grossiers comme des galets et/ou des blocs. L'ancrage devra être garanti et les refus prématurés, écartés.

- Terrassement par météo favorable, à l'aide d'une pelle mécanique en rétro pouvant être associée à un BRH en cas de rencontre de blocs.
- La gestion des eaux pluviales en phase chantier se fera avec des formes de pente orientées vers un exutoire pérenne.

Le rapport devra être repris lors du lancement de la mission PRO afin de vérifier les portances retenues des fondations. Les descentes de charges avec les efforts horizontaux devront être établies. La valeur de ces efforts pourra conduire à reprendre les calculs des fondations en terme d'ancrage et/ou de dimensions.

Il faut noter que la reconnaissance de sols a été effectuée par sondage ponctuel. Il peut donc subsister des aléas géologiques (cavités, venue d'eau, variation de faciès, ...) pouvant entraîner des adaptations de conception et d'exécution du projet.

Dans le cas d'une modification du projet, la société TECNISOL devra en être informée afin de revoir les prescriptions du présent rapport.

	Politique qualité	Date de création du document : 04/04/2014
---	--------------------------	---

La gestion de la qualité est primordiale au sein de la société pour pouvoir répondre au mieux aux attentes de nos clients et leur fournir des services de qualité.

Pour appliquer cette politique, j'ai entrepris une démarche de mise en place de la certification ISO 9001 avec la participation de l'ensemble des employés.

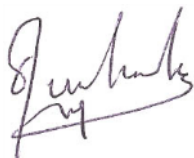
Nos engagements envers cette démarche d'amélioration continue du système de management de la qualité sont les suivants :

- Être à l'écoute de nos clients et veiller à leur satisfaction.
- Mettre un point d'honneur à respecter les exigences de nos clients.
- Assurer une excellence de nos services en s'engageant à proposer un service performant et unique.
- Assurer une mise en place d'actions rapides et efficaces pour tout problème rencontré par nos clients.
- Assurer une communication transparente que ce soit en interne ou en externe avec nos clients.
- Etre en recherche permanente d'amélioration et d'innovation de nos compétences et de nos équipements afin de viser l'excellence de nos processus.
- Veiller au maintien de la diversité de nos prestations.

La politique sera diffusée à l'ensemble du personnel afin d'impliquer et de sensibiliser tous les employés à la démarche d'amélioration du management de la qualité.

Je m'engage à apporter toutes les ressources nécessaires à l'aboutissement et au maintien de nos engagements.

DJEBBAR Ichème
Directeur
Le 04/04/2014



Annexe 1 : Missions géotechniques selon la norme AFNOR

Annexe 1 : Classification des missions d'ingénierie géotechnique

Norme NF P 94-500 (novembre 2013)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire.

Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'oeuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT.

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

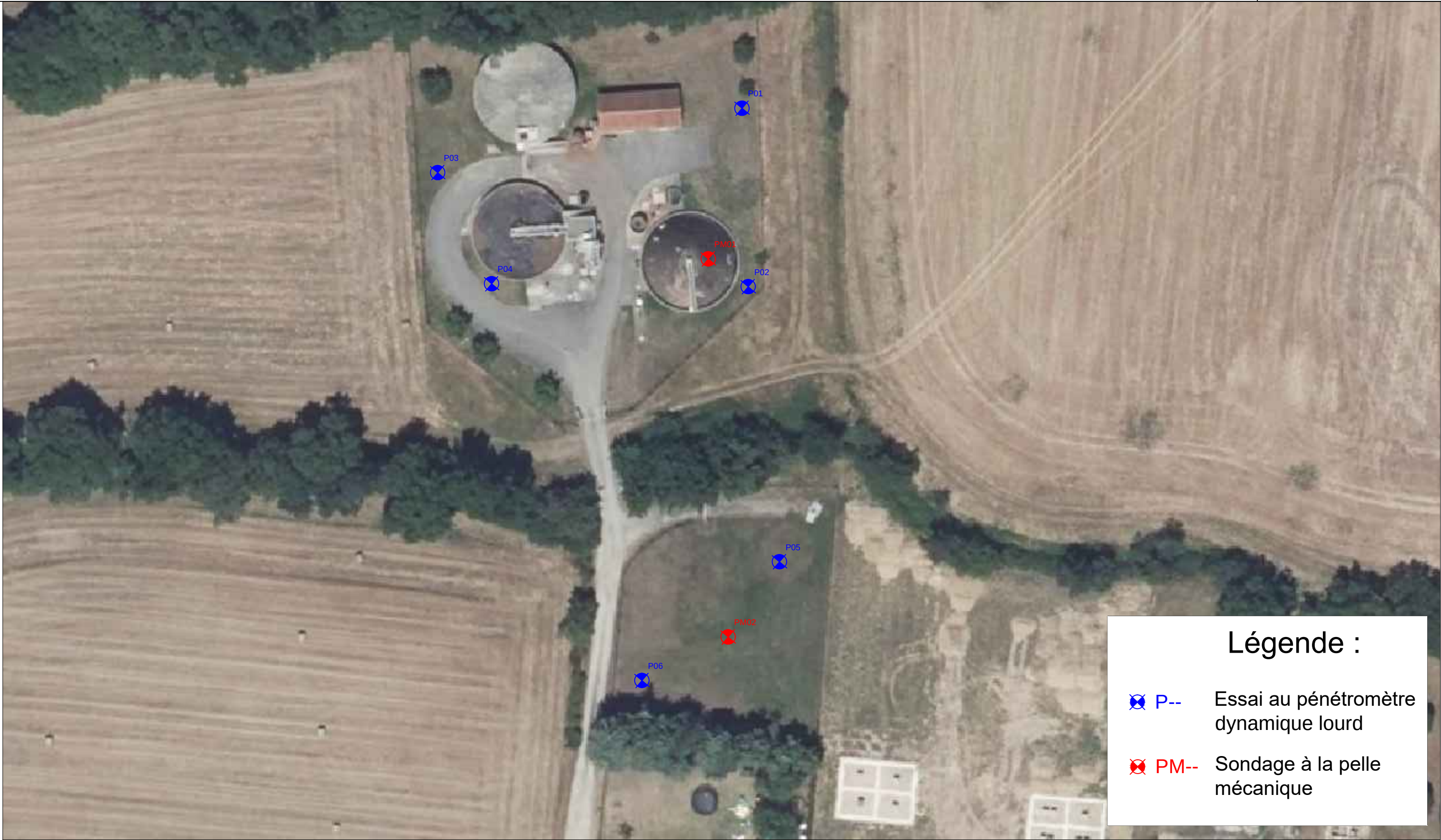
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Annexe 2 : Plan des investigations



Légende :

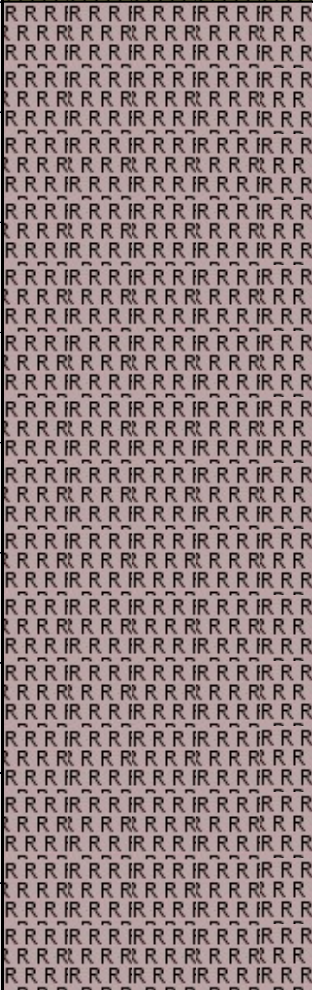
- ✕ P-- Essai au pénétromètre dynamique lourd
- ✕ PM-- Sondage à la pelle mécanique

TECNISOL ZAC de la Masquère, 287 Chemin de la Masquère 31750 ESCALQUENS Tél : 05.62.19.04.39 - Fax : 05.62.18.46.57 E-mail : id@tecnisol.eu		PROJET	Indice	Date	Modifications	Etabli	Vérifié	Validé	Localisation	
		Etude Géotechnique G2 Projet Photovoltaïque Eaunes Station d'épuration	A	12/11/25	1ère édition	SA	MPC		EAUNES (31)	

Annexe 3 : Sondages lithologiques

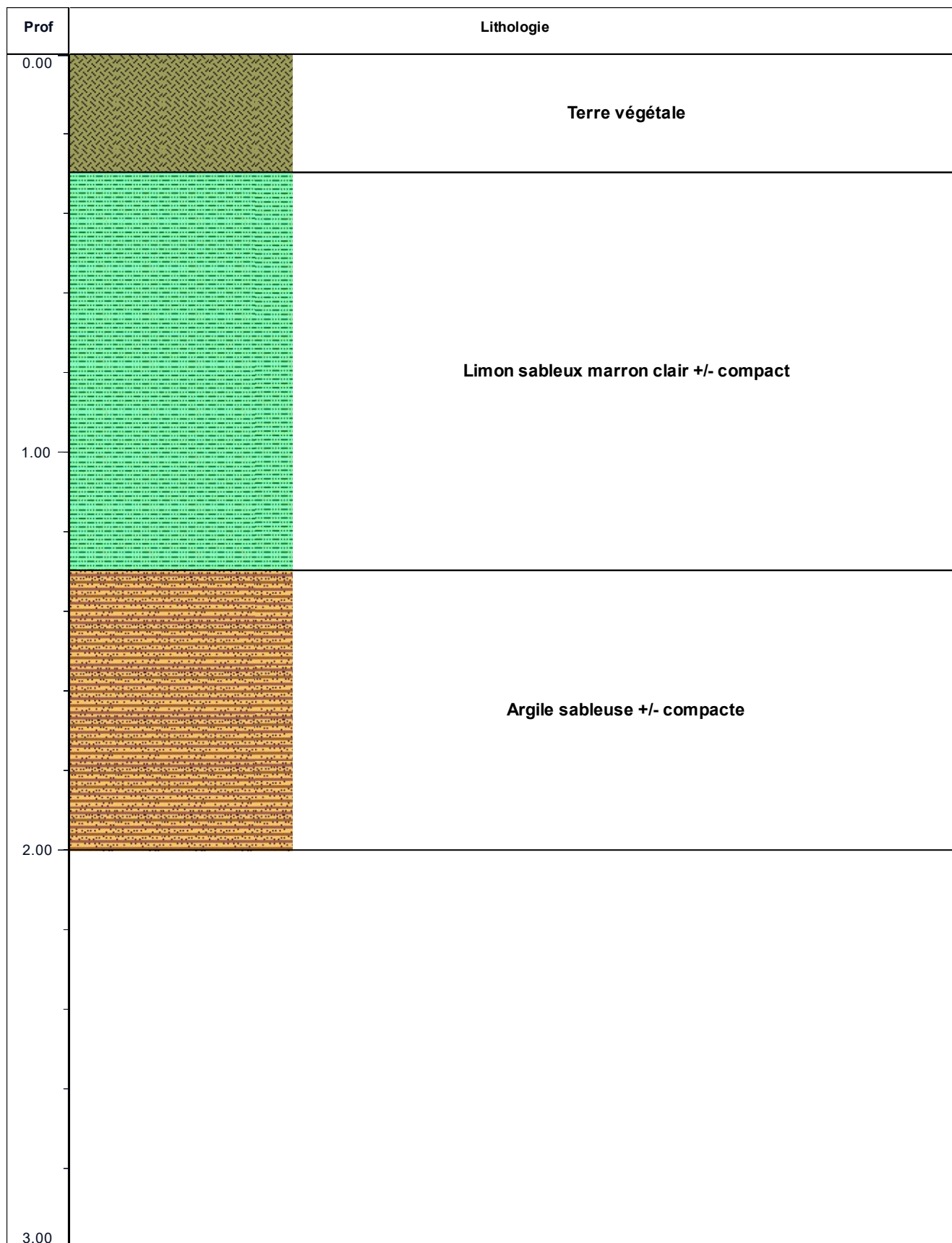
Dossier : SIVOM-Panneaux Photo.-STEP Eaunes
Lieu: Chemin de Cantoperdric-Eaunes
Sondage : PM01
Alt. (m) NGF:

Date : 12/11/2025
Opérateur : SA
Type de Forage: Pelle mécanique inf. à 6T
Pf. finale : 2 m

Prof	Lithologie
0.00	 Terre végétale
1.00	 Remblai type graves et sables dans matrice argileuse et matériaux de démolition
2.00	
3.00	

Dossier : SIVOM-Panneaux Photo.-STEP Eaunes
Lieu: Chemin de Cantoperdric-Eaunes
Sondage : PM02
Alt. (m) NGF:

Date : 12/11/2025
Opérateur : SA
Type de Forage: Pelle mécanique inf. à 6T
Pf. finale : 2 m



Annexe 4 : Essais pénétrométriques

Client SIVOM
Chantier Panneaux Photo.-Eaunes
Dossier 25734IP31
Date 12/11/2025

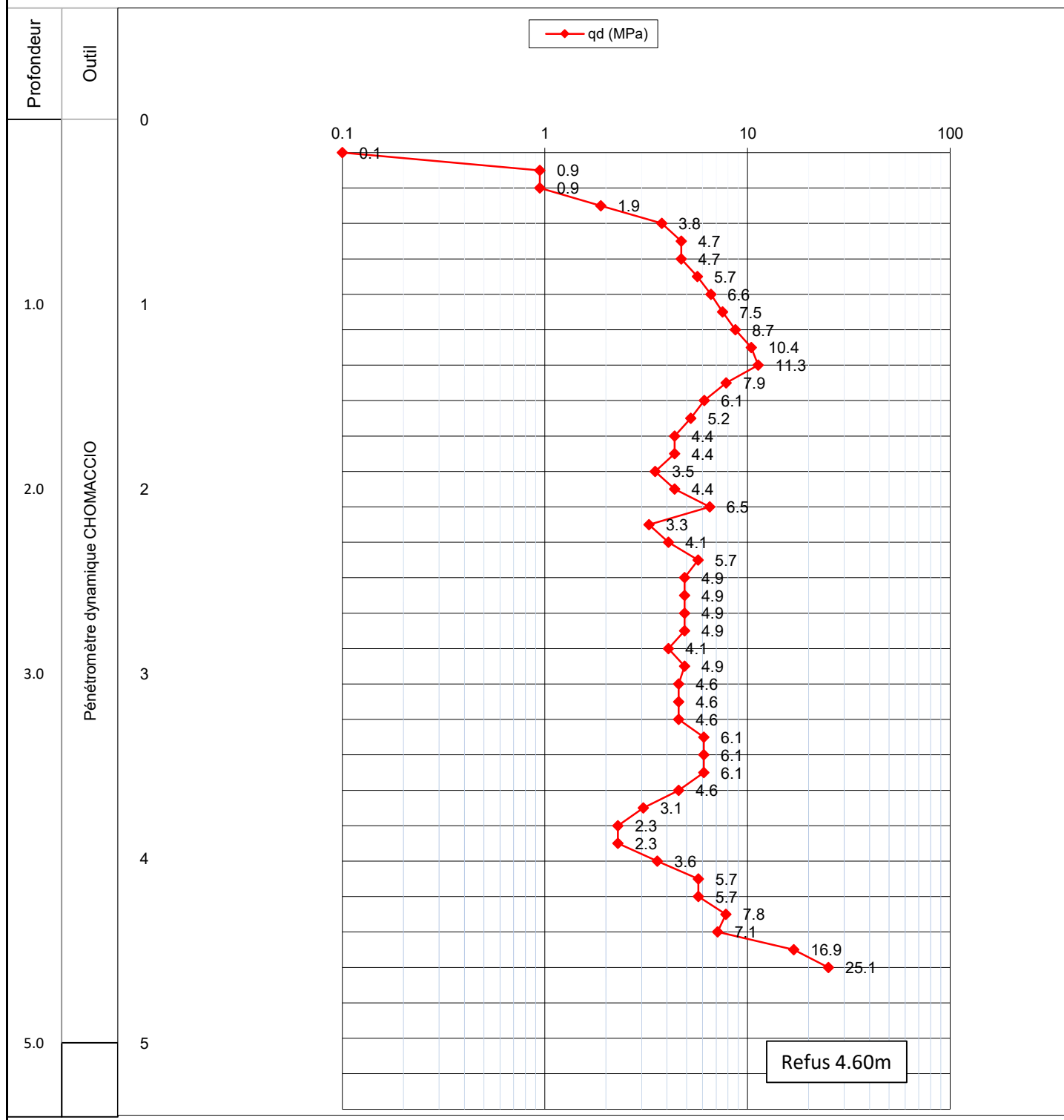
SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

Norme NFP 94.115

Sondage P01

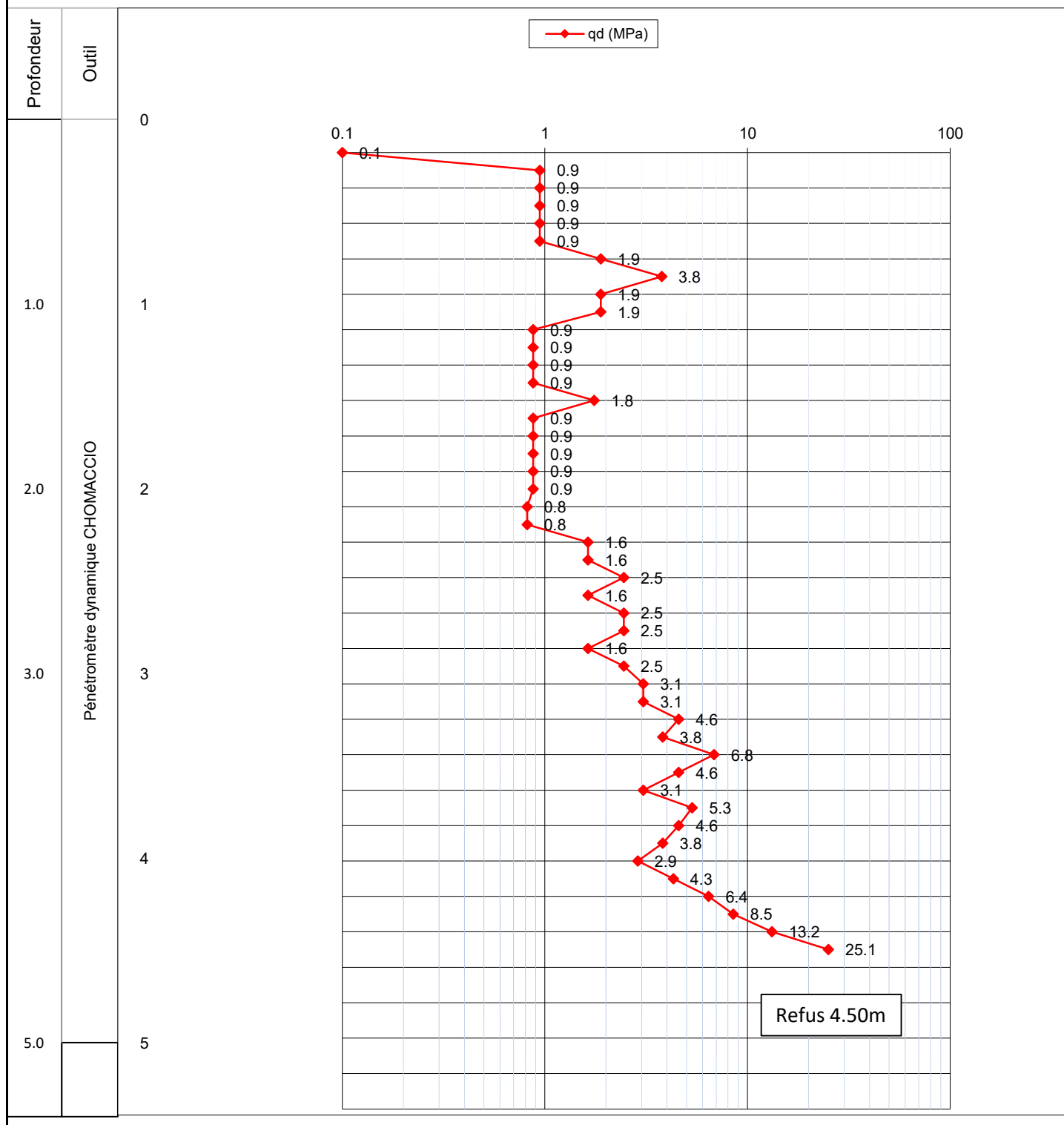
qd = résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher



Client SIVOM
Chantier Panneaux Photo.-Eaunes
Dossier 25734IP31
Date 12/11/2025

Sondage P02

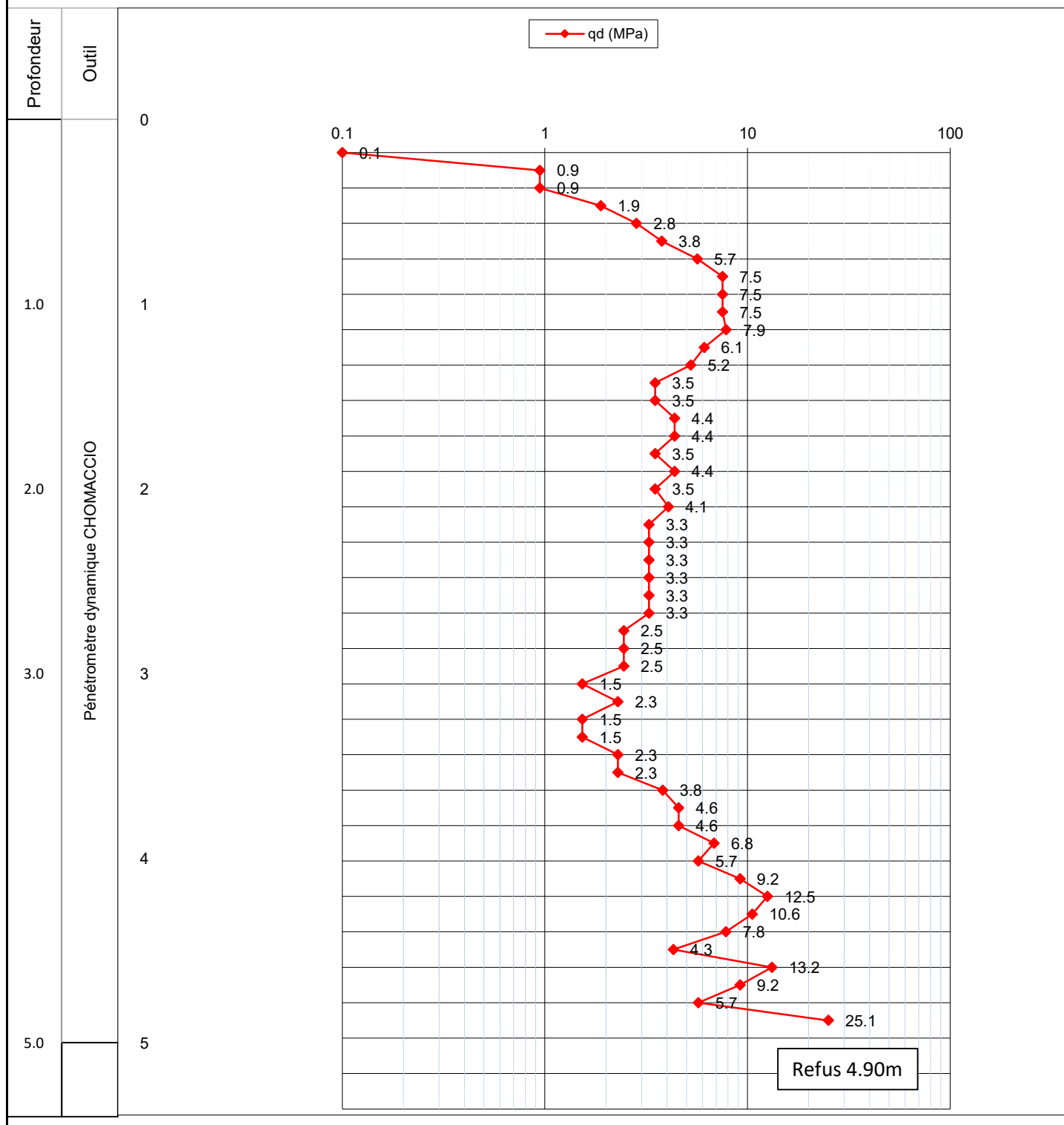
qd = résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher



Client SIVOM
Chantier Panneaux Photo.-Eaunes
Dossier 25734IP31
Date 12/11/2025

Sondage P03

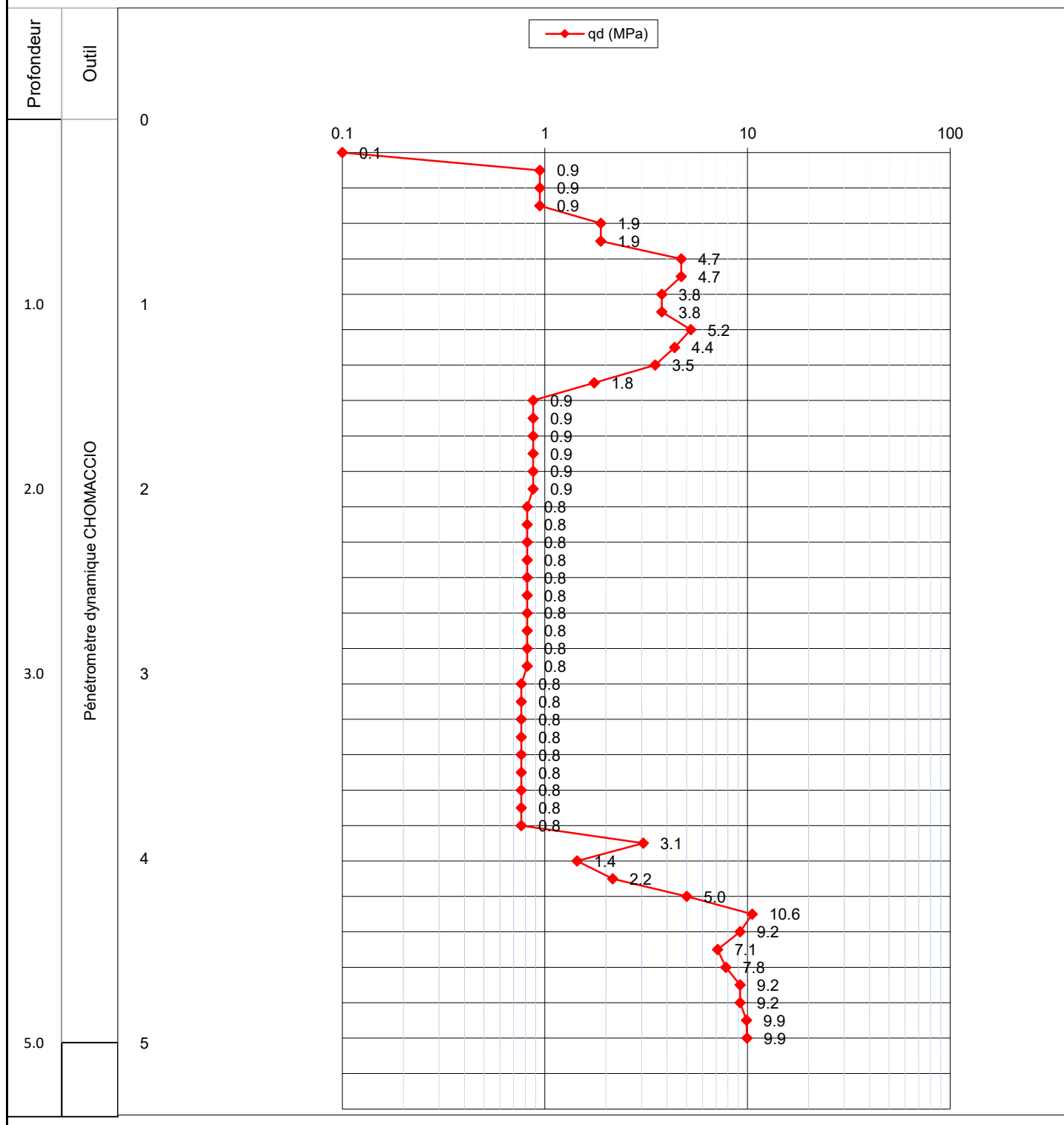
qd = résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher



Client SIVOM
Chantier Panneaux Photo.-Eaunes
Dossier 25734IP31
Date 12/11/2025

Sondage P04

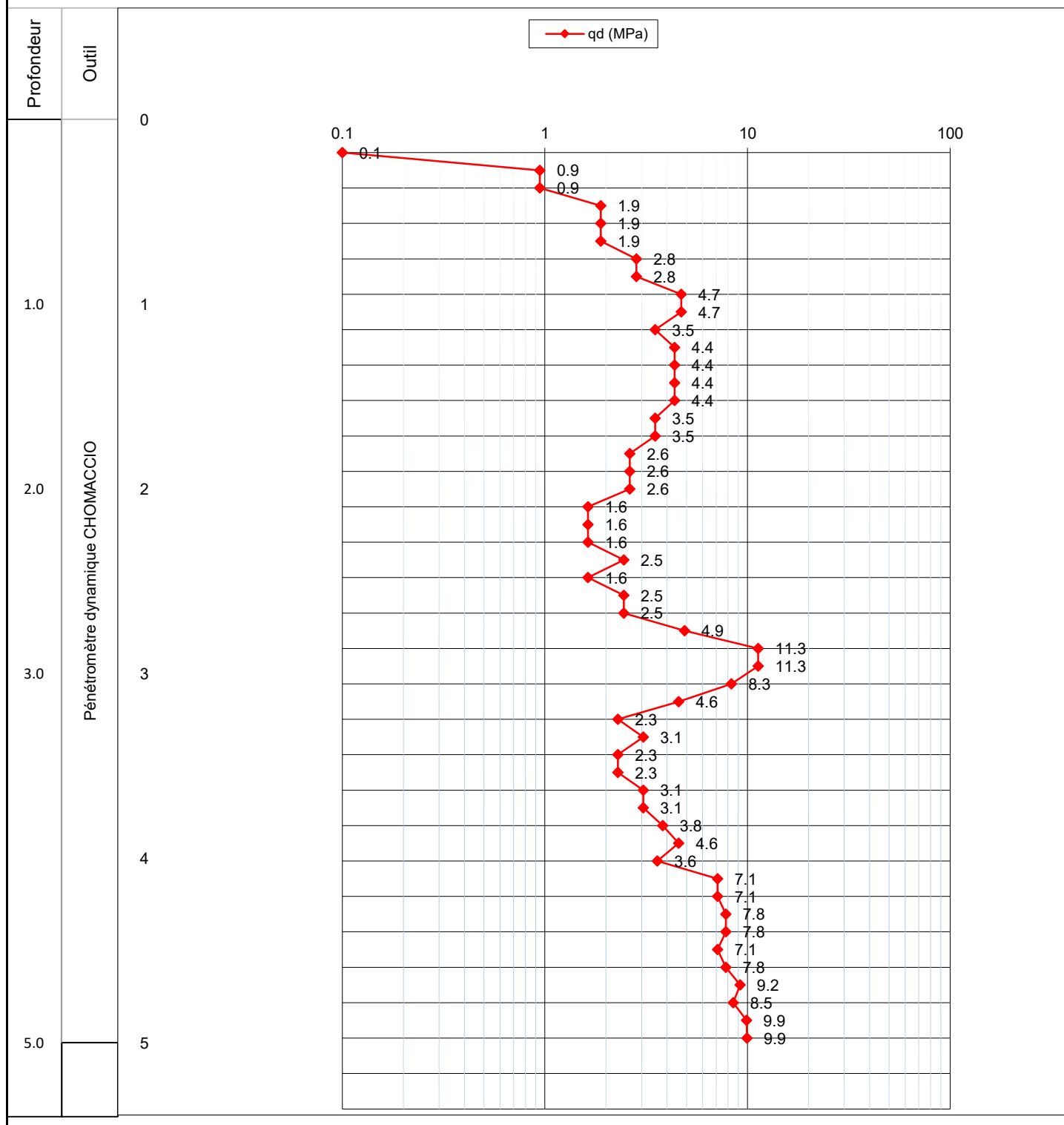
qd = résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher



Client SIVOM
Chantier Panneaux Photo.-Eaunes
Dossier 25734IP31
Date 12/11/2025

Sondage P05

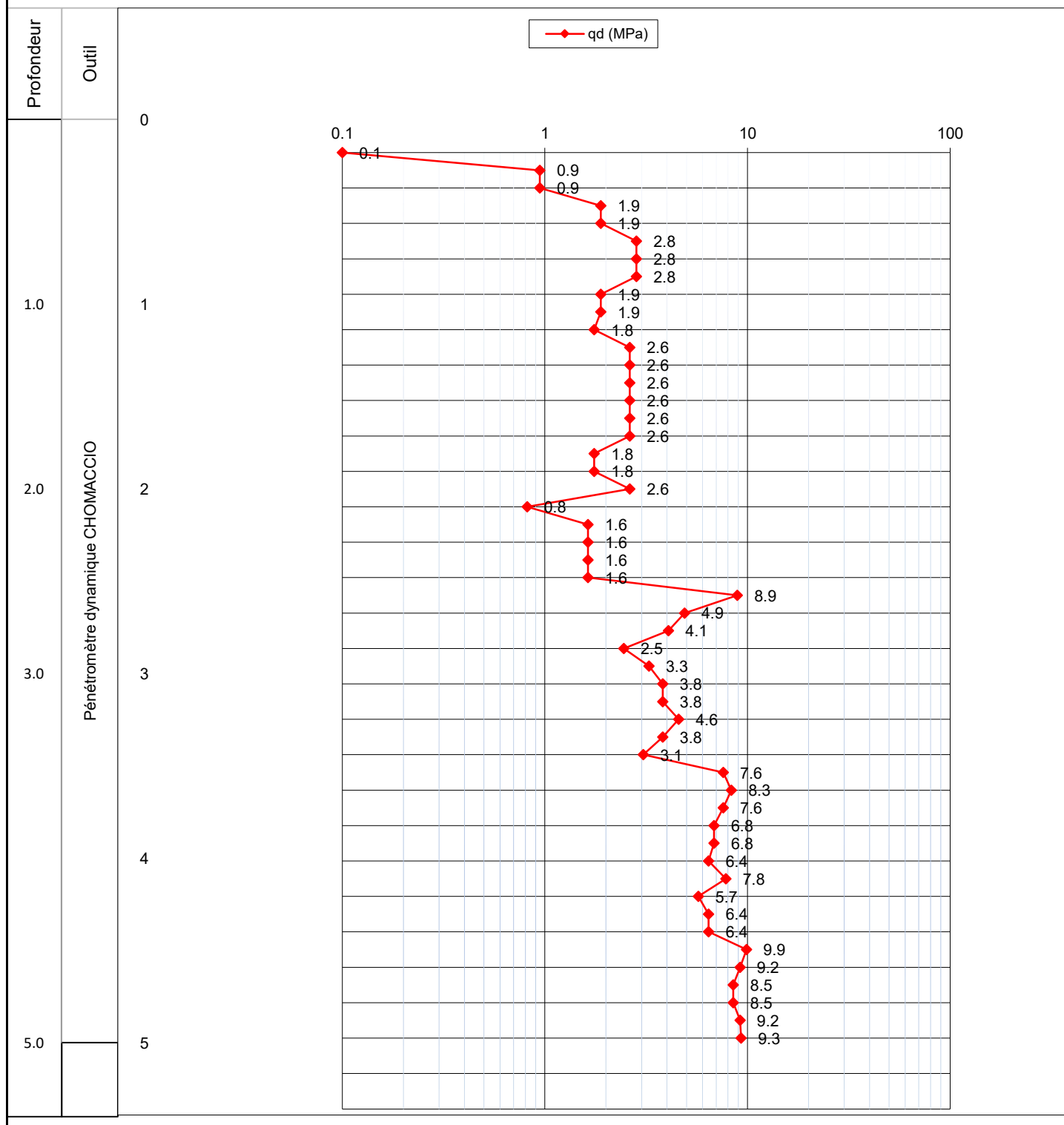
qd = résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher



Client SIVOM
Chantier Panneaux Photo.-Eaunes
Dossier 25734IP31
Date 12/11/2025

Sondage P06

qd = résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher



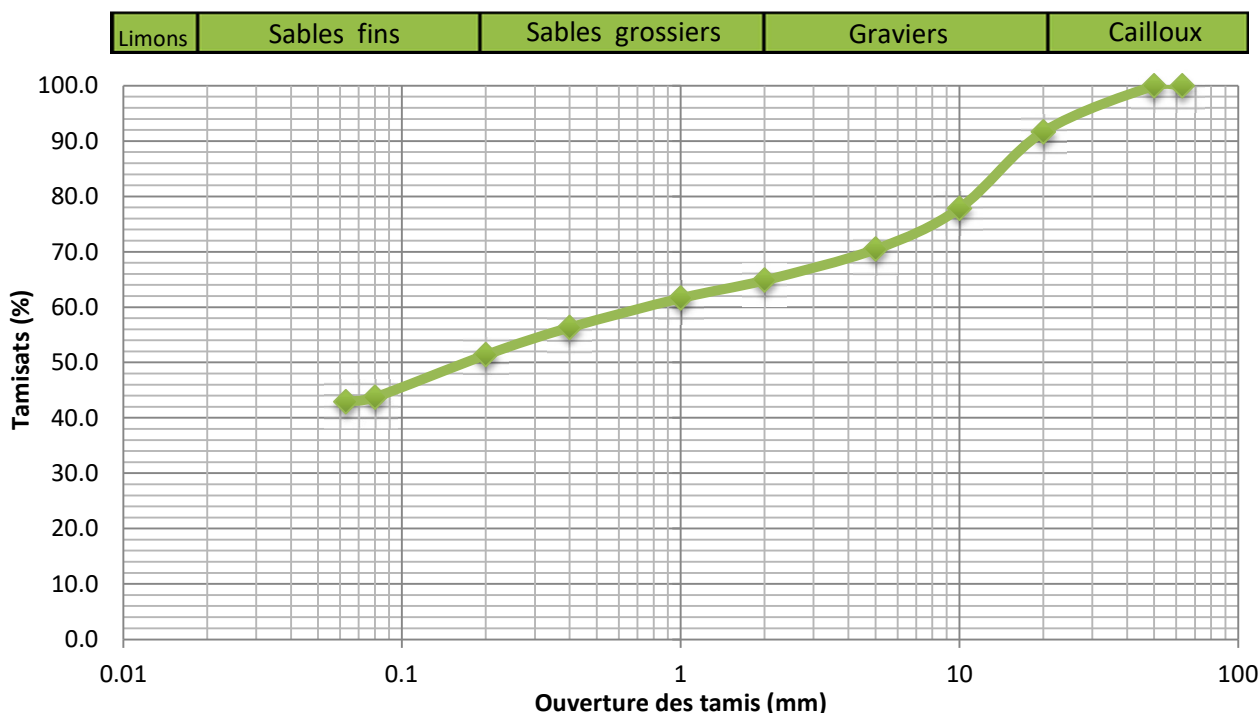
Annexe 5 : Analyses Laboratoires



**Analyses granulométrique: tamissage par voie d'eau XP
P 94-041 - Valeur de bleu de méthylène NF EN 94-068 -
Limites d'Atterberg NF P 94-051 Teneur en eau
pondérale NF P 94-050**

Date des essais: 12/11/2025
Chantier: Photo. - Site Eaunes
Numéro de l'affaire : 25734IP31

Echantillon / profondeur :
PM01 - 1.50m
Nature
Argile sablo-graveleuse + galets



Analyse granulométrique	
Ouverture tamis (mm)	Tamisats (%)
63	100.0
50	100.0
20	91.7
10	77.8
5	70.5
2	64.9
1	61.6
0.400	56.3
0.200	51.4
0.080	43.8
0.063	42.9
Dmax (mm) :	20

Teneur en eau pondérale:	
W (%):	10.3

Analyse fraction 0/0,400 (Atterberg)	
W _L	33.4
W _P	23.8
I _p	9.6

Analyse fraction 0/5 (valeur au bleu)	
VBS	1.42

Classe du matériau :

A1/F1



ZAC de La Masquère | 64, impasse La Viguerie | 31750 Escalquens
Tél. 05 62 19 04 39 | Fax 05 62 18 46 57 | Email tecnisol@tecnisol.eu
www.tecnisol.eu | www.tecnisol.fr